

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

OFICIO: 0253/85

ASUNTO: Aprobación de Anteproyecto de
Servicio Social.

Ensenada, B.C. a 18 de febrero de 1985

C. MARTIN IGNACIO BUSTILLO RUIZ
Presente.-

Por medio del presente se le informa que su Anteproyecto de S. S.
"ESTUDIO GENERAL DE CONTAMINACION COSTERA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA".

fue aprobado por la Comisión de Tesis en su Reunión Ordinaria del día
14 de febrero de 1985.

Agradeciendo de antemano su atención al presente, quedo de usted

A t e n t a m e n t e

"POR LA REALIZACION PLENA DEL HOMBRE"


M.C. ROBERTO MILLÁN NÚÑEZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

c.c.p. Exp. del interesado
c.c.p. Minutario
c.c.p. Minutario de la Com. de Tesis

RMN/ndg.-

RESUMEN

Los trabajos que a continuación se presentan forman parte del proyecto denominado "Estudio General de Contaminación Costera en el Estado de Baja California", el cual se viene realizando desde 1982 por la división de Oceanografía Química del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California.

En estos trabajos, el ostión Crassostrea gigas cultivado por la Sociedad Cooperativa Bahía Falsa de San Quintín, y la almeja pismo Tivela stultorum explotada por la Sociedad Cooperativa Vicente Guerrero también de San Quintín, fueron seleccionados como organismos centinelas para la evaluación del efecto o impacto de la contaminación por el insecticida sintético DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) en estas especies.

Estos estudios desde su inicio han contado con la aprobación y la participación económica de la Secretaría de Educación Pública.

TRABAJO A.- DDT EN EL OSTION Crassostrea gigas (THUNBERG) - CULTIVADO EN BAHIA SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA.

En este estudio se discute la relación entre la edad del ostión y las concentraciones de DDT durante el período de cultivo. Muestras del ostión C. gigas sembrado en Enero de 1982 fueron colectados con una periodicidad mensual de abril a septiembre del mismo año. Los organismos fueron transportados vivos al laboratorio siendo enjuagados con agua destilada, envueltos en papel aluminio y congelados a -20 Grados centígrados para su análisis posterior de DDT. Se midieron las características biométricas (talla y peso) de 20 ostiones individuales. Los tejidos blandos de los organismos fueron homogenizados preparándose una muestra integral de la cual se obtuvo de dos a tres alícuotas para el análisis del insecticida. Simultáneamente dos alícuotas del homogenizado fueron secadas durante 72 horas a 50°C para obtener razones individuales de peso húmedo seco y por ciento de humedad. Se presentan evidencias que indican que las concentraciones de DDT aumentan con la edad y el peso seco del ostión. Se comparan los valores de DDT medidos en este estudio con valores determinados hace 5 años en C. gigas en Bahía Falsa, observándose diferencias no sustanciales. Los valores de DDT detectados están cinco veces por debajo a los reportados en mejillones Mytilus sp. de la costa Sur de California, E.U.A.. Las concentraciones de DDT medidas en los ostiones son inferiores al límite de tolerancia que presenta un riesgo para el consumo humano.

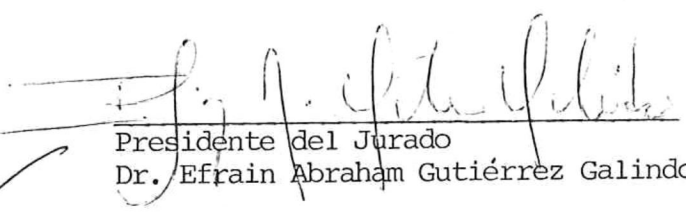
TRABAJO B.- DDT Y SUS METABOLITOS EN ALMEJA PISMO ----
Tivela stultorum (Mawe, 1923) DE SAN QUINTIN, --
BAJA CALIFORNIA.

Durante los meses de Febrero, Abril, Junio y Agosto de 1983, concentraciones de DDT y sus metabolitos fueron medidos en la almeja pismo Tivela stultorum en Playa San Ramón y El Playón de la región de San Quintín, Baja California. Se presenta una estimación -- del grado de contaminación temporal de este insecticida y por conse-- cuencia, el estado sanitario que presenta dicha zona de explotación. - Los resultados indican valores de contaminación por DDT y sus meta-- bolitos significativamente mayores en Playa San Ramón que en la loca-- lidad de explotación de El Playón. Sin embargo, los niveles de este insecticida, medido en Tivela stultorum para las dos localidades fue-- ron menores a los establecidos (5 mg Kg^{-1} ; FEDERAL DRUGS ----- ADMINISTRATION, U.S.A.) para consumo humano.

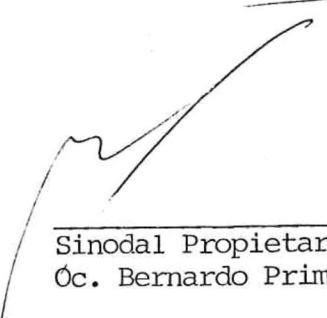
"ESTUDIO GENERAL DE CONTAMINACION COSTERA
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA"

I N F O R M E
QUE PRESENTA:
MARTIN IGNACIO BUSTILLO RUIZ

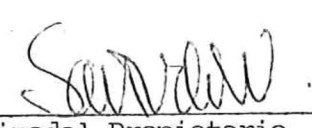
Aprobada por:



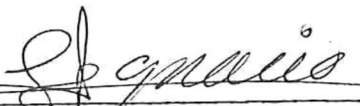
Presidente del Jurado
Dr. Efrain Abraham Gutiérrez Galindo



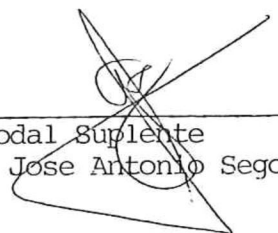
Sinodal Propietario
Oc. Bernardo Primitivo Flores Baez



Sinodal Propietario
Oc. Sergio Sañudo Wilhelmy



Sinodal Suplente
Oc. Ignacio Rivera Duarte



Sinodal Suplente
Oc. Jose Antonio Segovia Zavala

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Profr. Benjamín Bustillo Núñez y
Sra Profra. Lourdes Ruiz de Bustillo

Quiénes en todos los aspectos siempre me han apoyado.

A MIS HERMANOS:

Ana Lourdes	Denia Carolina
Benjamín	Cynthia Teresita
José Alberto	Nilza María

Para los cuales el trasfondo de mi vida de estudiante fue servirles de motivación y ejemplo.

A MARIA ELENA:

Cuyo corazón, no sólo me ha aguantado la volubilidad de mi carácter, sino me ha ayudado a estabilizarme, y lograr alcanzar metas como la que ahora representa la obtención del Título de Oceanólogo.

AGRADECIMIENTOS

Con las siguientes palabras, quiero hacer patente mi más sincero agradecimiento a las personas que de una u otra manera intervinieron en la realización de este informe de Servicio Social y permitieron que este se convirtiera en pasaporte para la sustentación de mi Examen Profesional para la obtención del Título de Oceanólogo.

En primer lugar al Dr. Efraín A. Gutiérrez-Galindo, quien me permitió trabajar en el proyecto: "Estudio General de Contaminación Costera en el Estado de Baja California", el cual se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas bajo su responsabilidad; y gracias a cuyo apoyo, realicé en el mencionado proyecto mi Servicio Social obligatorio, el que ahora estoy presentando como informe para la obtención del Título de Oceanólogo. Agradezco sobremanera la amistad que me ha brindado el Dr. Gutiérrez-Galindo, con la confianza con la paciencia y dedicación que esta implica.

A la Dirección de la Escuela Superior de Ciencias Marinas, en especial al M.C. Eduardo Venegas, coordinador de Servicio Social, y al M.C. Roberto Millán Núñez, Sub-Director Académico de la Misma, por la viabilidad dada a este informe de Servicio Social, y la agilización de los trámites para el mismo.

A los Sres. Oceanólogos Sergio Sañudo Wilhelmy, Bernardo P. Flores Baéz, José Antonio Segovia Zavala, e Ignacio Rivera Duarte, por haber aceptado participar en mi sustentación de examen profesional, como sinodales propietarios los dos primeros, y como sinodales suplentes los últimos.

A los Sres. Brizuela Altamirano, por el respaldo familiar brindado hacia mi persona, durante todo el tiempo que duró la preparación del presente informe, y para los cuales tendré siempre mis mejores deseos.

Al Sr. Sacerdote Luis Oscar Figueroa, misionero del Espíritu Santo por haber compartido mi preocupación sobre el resultado de mi Examen Profesional y haberme ayudado a disiparla de esa manera tan especial, en que sólo el Señor a través de él podía ayudarme.

A mi novia, Srta. Ma. Elena Brizuela Altamirano por ser ella la mecanógrafa y la impulsora principal del mismo.

Y a todas aquellas personas que durante el transcurso del tiempo que he vivido como estudiante, tuvieron para mi persona los buenos deseos y los buenos detalles, esos que hacen de mí lo que ahora pretendo ser; para todos ellos mil gracias.

INDICE

	PAG.
CAPITULO I	INTRODUCCION 1
CAPITULO II	DDT EN EL OSTION <u>Crassostrea gigas</u> -- (THUNBERG) CULTIVADO EN BAHIA SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA. TRABAJO A.
	a) Antecedentes 4
	b) Objetivos 5
	c) Efecto del DDT en ostiones 6
	d) Materiales y Métodos 8
	- Descripción del Area de Estudio..... 8
	- Procedimiento de Muestreo y Análisis Químico 8
	- Intercalibración de la Técnica Analítica 12
	e) Resultados 13
	f) Discusión 20
	- Relación de edad del ostión y concen- tración de DDT. 22
	- Tendencia temporal de Niveles de DDT 24
	g) Conclusiones 25

CAPITULO III	DDT Y SUS METABOLITOS EN ALMEJA PISMO <u>Tivela stultorum</u> (Mawe, 1923), DE SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA. TRABAJO B	
	a) Antecedentes.....	26
	b) Objetivos.....	27
	c) Materiales y Métodos	28
	- Descripción del Area de Estudio	28
	- Procedimiento de muestreo y Análisis Químico	28
	d) Resultados	31
CAPITULO IV	BIBLIOGRAFIA	35

LISTA DE TABLAS

PAG.

TRABAJO "A"

Tabla I.	Resultados de Intercalibración de laboratorios del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O. -U.A.B.C.) y el California Department of Fish and Game (CDFG) E.U.A.	12
Tabla II.	Concentración de DDT en el ostión del Pacífico <i>C. gigas</i> colectado en los cultivos de la Sociedad - Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa, S.C.L. en San Quintín, B.C.	14
Tabla III.	Valores calculados para DDT y la distribución de sus metabolitos en porcentaje observada en el ostión <i>C. gigas</i> .	15
Tabla IV.	Parámetros hidrológicos medidos durante el período de colecta del ostión <i>C. gigas</i> cultivado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C.	16
Tabla V.	Relación entre el cambio de porcentaje de las características biométricas y el contenido de DDT - en tejido seco de <i>C. gigas</i> durante el período de cultivos.	17
Tabla VI.	Variación temporal en concentración de ppDDE en el ostión <i>C. gigas</i> cultivado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C.	19

TRABAJO "B"

Tabla I.	Concentración de los metabolitos de DDT y DDT - total en almeja pismo <i>Tivela stultorum</i> , colectados en la región de San Quintín, B.C.	30
Tabla II.	Comparación de los niveles de DDT en el mejillón <i>M. californianus</i> y la almeja pismo <i>Tivela stultorum</i> de la costa Noroccidental de Baja California.	32

LISTA DE FIGURAS

PAG.

TRABAJO "A"

Figura 1. Zona de colecta del ostión C. gigas, cultivado por la Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa, San Quintín, B.C. 9

TRABAJO "B"

Figura 2. Estaciones de Muestreo Tivela stultorum para análisis de DDT. 28

INTRODUCCION

Las costas de Baja California y las del Sur de California E.U.A. por su productividad y abundancia natural en especies de interés comercial están consideradas como zonas de interés dentro de las aguas del Noroeste del Océano Pacífico (Programa de las Naciones Unidas para la Preservación del Medio Ambiente, 1974). En ellas se ha reportado la presencia de contaminantes tales como el DDT y sus metabolitos (DDE y DDD), (Burnett, R., 1971; Nishikawa, 1971; Suárez-Vidal, 1972; Velarde-Rodríguez, 1973; Young y Szpila I., 1974; Guardado-Puentes y Nuñez-Esquer, 1975; Young R. y Heesen C., 1976; Young R. y McDermott, 1976; Gutiérrez, 1978; Cajal, 1979).

Los insecticidas organoclorados representan uno de los contaminantes mayoritarios en el medio marino, tanto por la importancia de las cantidades dispersadas en la biósfera, como por la intensa actividad biocida de algunos de ellos, tal es el caso del DDT (Ramade, F., 1980).

Cualquiera que sea la posición que ocupe el DDT en la distribución vertical del Océano, es susceptible a ser asimilado por organismos vivos. El DDT, penetra al cuerpo de los organismos ya sea por absorción, adsorción, vías respiratorias, así como por la ingestión de alimentos. (Jensen, 1966; Roberts, 1975). Los principales efectos de estos compuestos en los organismos expuestos, se refleja en las reacciones enzimáticas del metabolismo, y por ende en su fisiología (SCEP, 1970).

Los moluscos filtroalimentadores han sido utilizados en los años precedentes como indicadores de contaminación por hidrocarburos clorados en zonas costeras (Koeman et al., 1968; Goldberg, 1975; Risebrough et al., 1976; De Lappe et al., 1979). El uso de estos organismos ha estado incrementándose en popularidad desde la sugerencia original por Bedford et al., (1968). Debido a que las concentraciones de los pesticidas encontrados en el agua de mar van desde partes por cuadrillón (10^{-15} g/g) a partes por trillón (10^{-12} g/g) (Goldberg et al., 1978), se han utilizado organismos sedentarios para conocer los niveles de contaminación en el medio ambiente marino (Risebrough et al., 1980).

En los últimos años, han sido escogidas especies de moluscos bivalvos como organismos base para el análisis de contaminantes, ya que estos por su importancia económica constituyen hoy en día una pesquería relevante en el mundo (Castellvi, 1972), además de ser considerados buenos indicadores de contaminación (Butler, 1966; Goldberg, 1975).

Es conocido que el uso de insecticidas clorados (DDT) ha sido suspendido debido a sus efectos nocivos sobre el medio ambiente y para proteger la salud de la población, sin embargo, cantidades significativas de estos compuestos pueden aún detectarse en muestras residuales (Wheeler y Thompson, 1981).

Sobre las propiedades que presenta el DDT, es un químico orgánico sintético, sus principales metabolitos (DDE, dicloro difenil dicloro etileno y DDD, dicloro difenil dicloro etano) se caracterizan por ser relativamente estables bajo condiciones ambientales, altamente liposolubles y resistentes a una completa descomposición. El DDT se ha utilizado en grandes cantidades como insecticida desde 1942, dada su gran eficiencia y bajo costo. Típicamente el DDT es un compuesto muy persistente en el medio ambiente, pero admite ser degradado por los seres vivos en otros derivados considerados como sustancias de igual importancia tóxica (Hayes, 1965; Stickel y colaboradores, 1966), como lo son el DDE y el DDD. Los niveles de residuos de DDT en las aguas marinas son usualmente menores a 1 ng/l aunque valores mayores han sido reportados en las áreas costeras (U.N.E.P., 1982). En Baja California, el uso del DDT en los campos agrícolas fue restringido desde 1970 (Espinoza, S.A.R.H., 1984, comunicación personal)*. Sin embargo en vista de las grandes cantidades que fueron utilizadas y teniendo el antecedente de su persistencia y estabilidad, no es sorprendente que residuos de este plaguicida sean aún detectados en diferentes muestras biológicas del medio ambiente natural de Baja California.

* Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Ensenada, B.C.

Investigaciones Realizadas

TRABAJO A

DDT EN EL OSTION Crassostrea gigas (THUNBERG)
CULTIVADO EN BAHIA DE SAN QUINTIN
BAJA CALIFORNIA.

Antecedentes

En la última década el desarrollo del ostricultivo en Baja California, ha sido bien organizado y sistemático. Investigadores del Instituto de Investigaciones Oceanológicas U.A.B.C., han obtenido resultados altamente satisfactorios sobre crecimiento y sobrevivencia del ostión japonés Crassostrea gigas y el ostión europeo Ostrea edulis en Bahía San Quintín, B.C. (Islas, 1975; Islas et al., 1978, 1978a). Entre otros logros de investigación se ha podido determinar la estructura básica para la obtención de larvas del ostión japonés en condiciones de laboratorio (Islas et al., 1978a), así como la rentabilidad del cultivo del ostión mediante la utilización de canastas y balsas (Islas y Ferrer, 1980). Estudios efectuados de algunas variables fisicoquímicas (Chávez de Nishikawa y Alvarez-Borrego, 1974; Alvarez-Borrego 1982) y de clorofilas y producción orgánica primaria (Lara y Alvarez, 1975) han aportado información complementaria para determinar las posibilidades de cultivo de especies a nivel comercial en Bahía San Quintín, B.C.. Otros trabajos dedicados al estudio de la contaminación en el medio ambiente marino de la costa noroccidental de Baja -

California, han señalado la presencia de pesticidas organoclorados --- principalmente: DDT en el mejillón Mytilus californianus (Gutiérrez et al., 1983) y en el ostión Crassostrea gigas y Ostrea edulis (Cajal y Gutiérrez, 1981).

Estudios previos en el laboratorio y en el campo han demostrado que los ostiones pueden acumular tóxicos traza (pesticidas, metales) de las aguas marinas (Butler, 1966; Lowe et al., 1971; Ayling, --- 1974; McKay et al., 1975; Zaraogian, 1980) por lo que se les ha asignado como posibles organismos potenciales para evaluar zonas contaminadas.

Como resultado de estas investigaciones algunas Sociedades -- Cooperativas instaladas en San Quintín, se han dedicado al cultivo del ostión con fines comerciales para el mercado nacional y de exportación, constituyendo actualmente esta actividad una importante fuente de ingresos para las Cooperativas de esta región. Con el propósito -- de contribuir a la evaluación regional de contaminación por DDT en la Bahía de San Quintín, B. C. y con el interés de otorgar un servicio -- de apoyo a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa, en este trabajo se investiga:

Objetivo:

- a) Las concentraciones de DDT y sus productos de degradación en el ostión C. gigas cultivado por dicha Sociedad cooperativa con la finalidad de estimar el riesgo a la salud de los consumidores.
- b) La relación entre la edad del ostión y la concentración de DDT durante el período de cultivo.

Efectos del DDT en Ostiones

Davis (1961), en sus trabajos sobre los efectos del DDT en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de ostiones de Crassostrea virginica, señala que concentraciones de 0.05 ppm causa en 14 días de exposición un 90% de mortalidad de las larvas y detiene casi por completo el proceso de crecimiento. Reporta que concentraciones de 1.0 ppm provoca en seis días de exposición un 100% de mortalidad de las larvas. Butler (1966) muestra en sus investigaciones que los ostiones C. virginica expuestos a concentraciones de 0.001-0.002 ppm de DDT a una temperatura aproximada de 30°C presentan un crecimiento y comportamiento similar a grupos de ostiones no intoxicados. Sin embargo en los análisis químicos de los tejidos se observa que el DDT se acumula a niveles muy superiores en los ostiones intoxicados. Menciona que esta magnificación biológica puede alcanzar en ocasiones hasta 70,000 veces, dependiendo de la temperatura del agua, de la duración de exposición y de la concentración del DDT en el agua. Señala que los ostiones permanecen cerrados cuando son expuestos a niveles superiores de 1.0 ppm de insecticidas organoclorados. A niveles inferiores, los ostiones pueden presentar una irritación fisiológica que se caracteriza por movimientos espasmódicos. Sus trabajos referentes a los sitios de almacenamiento del DDT en los tejidos de los ostiones C. virginica los cuales contienen menos del 5% de grasa, observa que el mayor porcentaje se detecta en el tracto digestivo asociado con la glándula diges-

tiva y la gónada, siguiendo el manto y branquias y, por último, el músculo y fluidos del tejido. Menciona que generalmente los compuestos organoclorados son mayormente dañinos en temperaturas de las aguas del verano que en las del invierno. Y que poblaciones de ostiones contaminados con residuos de DDT del orden de 151 ppm (organismo total-peso húmedo) requieren aproximadamente 3 meses en aguas no contaminadas para perder el 95% del DDT. Investigaciones efectuadas por Lowe et al. (1971), con ostiones, muestran una eliminación similar durante el mismo período de depuración.

MATERIALES Y METODOS

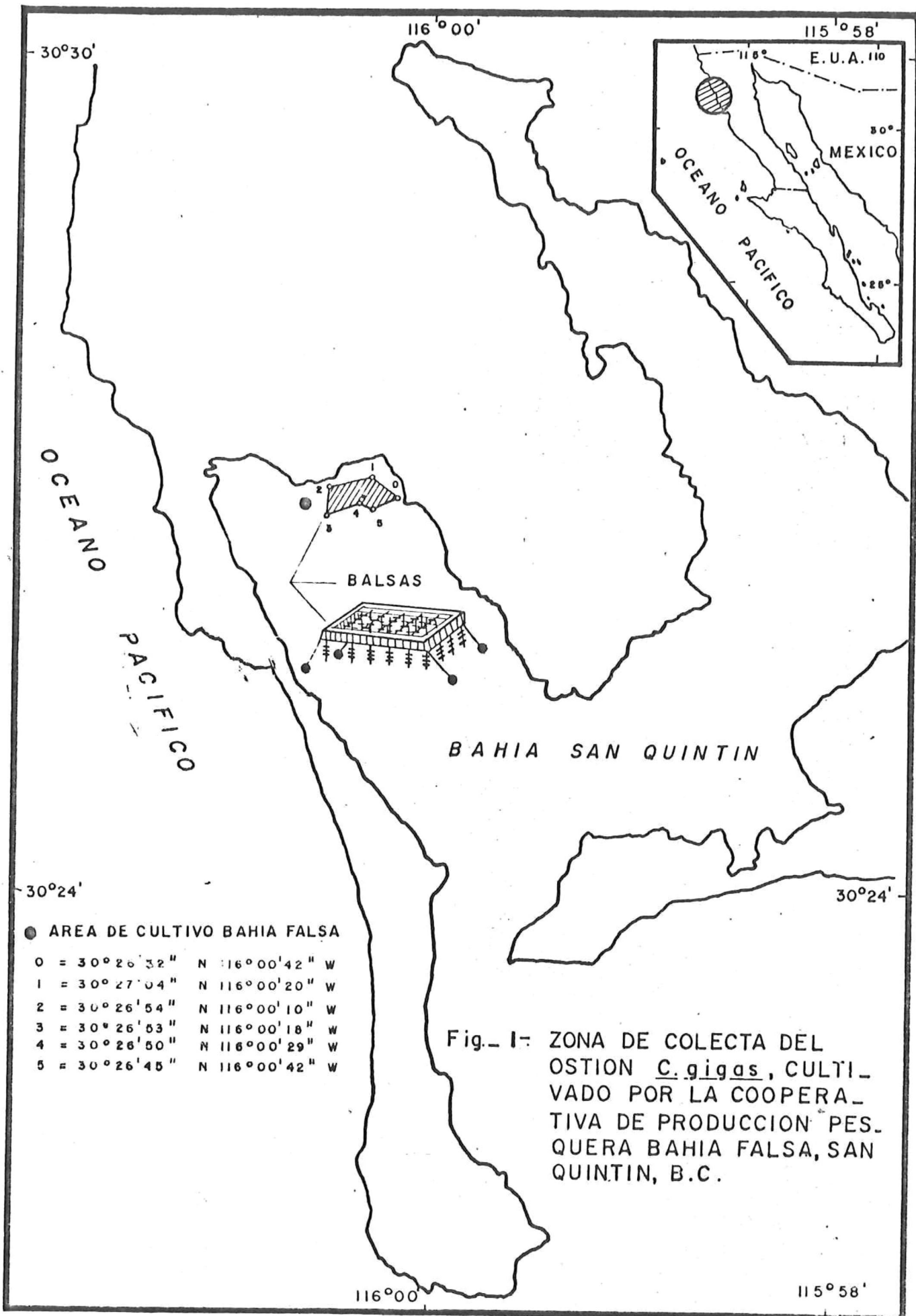
Descripción del Area de Estudio

La Bahía de San Quintín está localizada en la costa noroccidental de Baja California entre los $30^{\circ} 24' N$ y $30^{\circ} 30' N$ y $115^{\circ} 57' W$ y $116^{\circ} 01' W$. Se encuentra a una distancia de 300 km al sur de la frontera de México-Estados Unidos, tiene un área de 11.7 millas náuticas cuadradas y se comunica al mar por un estrecho canal (Chávez de Nishikawa y Alvarez, 1974). Está dividida en dos brazos, oeste y este (Barnard, 1964). El brazo NO se conoce como Bahía Falsa y el brazo NE como Bahía de San Quintín. El fondo de la Bahía está principalmente formado por limos, barros y lodos. Con excepción de los canales estrechos de hasta 7 metros de profundidad la mayor parte de la bahía tiene menos de 3 metros de profundidad. (Fig. 1)

La bahía, se encuentra adyacente al Valle agrícola de San Quintín donde se desarrolla una agricultura tecnificada mediante el empleo de riego, maquinaria, semillas mejoradas y agroquímicas (fertilizantes y plaguicidas). En este valle, se cultiva principalmente tomate, papa y chile en una superficie de riego de aproximadamente 8000 hectáreas (Espinoza, S.A.R.H., 1984, comunicación personal).

Procedimiento de Muestreo y Análisis Químico

Muestras del ostión *C. gigas* sembrado en enero de 1982, por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa S.C.L.



(Ejido Chapala) de San Quintín, B.C. fueron colectados con una periodicidad mensual de abril a septiembre (Fig. 1). Los organismos fueron transportados vivos al laboratorio siendo enjuagados con agua destilada, envueltos en papel aluminio y congelados a -20°C para su análisis posterior de DDT. Se midieron las características biométricas (talla y peso) de 20 ostiones individuales. Los tejidos blandos de los organismos fueron homogenizados preparándose una muestra integral de la cual se obtuvo de dos a tres alícuotas para el análisis del insecticida. Simultáneamente dos alícuotas del homogenizado fueron secadas durante 72 horas a 50°C para obtener razones individuales de peso húmedo, seco y por ciento de humedad.

La técnica de extracción y limpieza del DDT fué de acuerdo a la descrita por Young et al. (1976). En el método de extracción se obtiene el 90% del total de hidrocarburos clorados identificables. Para la extracción, 10 g del homogenizado húmedo fueron tratados con acetónitrilo y hexano. En la limpieza de la muestra se utilizó una columna cromatográfica (22 mm D.I.) empacada con sulfato de sodio anhídrido granular y florisil. El florisil fué previamente activado en una mufla a 1300°F (705°C) durante 4 horas. La columna cromatográfica fué enjuagada con éter diétilico en hexano al 6% v/v. La muestra resultante fué concentrada para su medición de DDT mediante un sistema de corriente de nitrógeno provisto con un filtro purificador. La cuantificación del DDT fué llevada a cabo en un cromatógrafo de fase gaseosa --

(Varian 3700) equipado con un detector de captura de electrones ^{63}Ni bajo las siguientes condiciones de operación: temperatura del inyector columna y detector de 230, 200 y 290°C respectivamente. Con un flujo de 30 ml/min de una mezcla de gases de 95% argón-metano. Se utilizó una columna de vidrio de seis pies de longitud con un diámetro externo-interno de 6 y 2 mm, empacada con 1.5% OV-17, 1.95% QF-1 mesh 80/100 gas chrom Q. La identificación del DDT y sus metabolitos se efectuó mediante la comparación de los tiempos de retención en la columna cromatográfica de los estándares (proporcionados por U.S. E.P.A., Analytical Chemistry Branch) con el tiempo de retención de la muestra. Los cálculos de los compuestos se realizaron por diferencia de altura de los picos (mm) del estandar con respecto al de la muestra analizada. Muestras de control fueron usadas para detectar la posible contaminación durante la extracción y la medición del DDT.

Durante el muestreo de los ostiones se realizaron mediciones in-situ de temperatura (°C) y de pH (aparato portátil photo volt). Muestras de agua fueron colectadas para su análisis en laboratorio de salinidad (salinómetro conductímetro) y de oxígeno disuelto (método descrito por Strickland y Parsons, 1972).

Intercalibración de la Técnica analítica

Ejercicios de intercalibración de compuestos orgánicos halogenados traza (DDT) con procedimientos analíticos diferentes fueron efectuados por nuestro laboratorio (I.I.O. - U.A.B.C.) en conjunto con el laboratorio de California Department of Fish and Game (C.D.F.G.) Muestras de mejillones Mytilus californianus colectados en Popotla y Punta Banda (Bufadora) fueron utilizados como referencia para los análisis de intercalibración de DDT. Para el ppDDE (metabolito del DDT), los resultados de los dos laboratorios fueron virtualmente idénticos. Los resultados de la suma de DDT entre los dos laboratorios fueron similares. (Tabla I).

COMPUESTO	POPOTLA, B.C.		PUNTA BANDA, B.C.	
	CDFG	I.I.O. - U.A.B.C.*	CDFG	I.I.O.-U.A.B.C.
ppDDD	3.8	ND	2.4	ND
ppDDE	31.0	30.2	14.0	13.1
opDDE	ND**	ND	ND	ND
opDDD	ND	ND	ND	ND
opDDT	ND	ND	ND	ND
pp DDT	ND	ND	ND	ND
DDT	34.8	30.2	16.4	13.1

* Convertido en peso húmedo a peso seco por factor 5.7 (Stephenson et al., 1979); resultados en ng g^{-1} .

** No detectado

Tabla I. Resultados de Intercalibración de laboratorios del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O. - U.A.B.C.) y el California Department of Fish and Game (CDFG) E.U.A.

RESULTADOS

En la Tabla II se expresan los resultados de las concentraciones de la Σ de DDT (DDT, DDE y DDD) agrupados por medias sobre base de peso seco en el ostión *C. gigas* examinado durante el período de cultivo. Una prueba t student, muestra que la media de las concentraciones de DDT registradas en los meses de abril y mayo ($14.2.1 \text{ ng g}^{-1}$) no presentó diferencias significativas a la media registrada en junio y julio ($19.3.4 \text{ ng g}^{-1}$) para un valor t 0.05 (Sokal y Rohlf, 1969). Se observa que los ostiones acumulan relativamente el DDT en sus tejidos blandos, alcanzando los máximos valores en agosto y septiembre ($46.8.1.2 \text{ ng g}^{-1}$) siendo estos valores significativamente distintos a los meses precedentes.

En adición del DDT, otros compuestos organoclorados (aldrin, heptacloro, epóxico de heptacloro, bifenilos clorados 1254) fueron en algunas ocasiones detectados pero no fueron investigados en vista de sus bajos niveles y ocurrencia esporádica.

En la tabla III, se representan los valores calculados para Σ DDT y la distribución de sus metabolitos expresados en porcentaje en el tejido del organismo. Es aparente que el mayor metabolito es el ppDDE.

En la Tabla IV, se presenta los parámetros hidrológicos medidos durante el período de colecta del ostión *C. gigas* cultivado en

FECHA	a	b	c	RANGO
	n	PH/PS g	DDT $\bar{x} \pm$ D.S.	min - max.
16/IV/82	2	5.0	15.5 \pm 2.1	14.0 - 17.0
4/V/82	2	4.48	12.5 \pm 0.5	12.0 - 12.9
4/VI/82	3	5.0	16.6 \pm 1.6	15.5 - 18.5
6/VII/82	3	5.57	21.5 \pm 1.7	19.4 - 22.7
6/VIII/82	3	6.31	47.7 \pm 3.5	44.8 - 51.7
3/IX/82	3	6.76	45.9 \pm 5.7	41.9 - 50.0

a

Número de alícuotas analizadas en una muestra integral de 20 organismos

b

Razón de peso húmedo/peso seco

c

DDT (\pm DDT + DDE + DDD, media \pm desviación estandar.

TABLA II. Concentración de DDT en el ostión del Pacífico *C. gigas* colectado en los cultivos de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa, S.C.L. en San Quintín, B.C.

Valores en ng g^{-1} expresados en peso seco.

DDT ng g ⁻¹ Peso Seco	CONCENTRACION METABOLITOS			PORCENTAJE DISTRIBUCION		
	pp'DDT	pp'DDE	pp'DDD	pp'DDT	pp'DDE	pp'DDD
15.5	*nd	15.5	nd	-	100	-
12.5	nd	12.1	0.4	-	96.7	3.3
16.6	0.5	15.6	0.5	3.0	94.0	3.0
21.5	nd	21.5	nd	-	100	-
47.7	nd	46.4	1.3	-	97.2	2.8
45.9	nd	45.9	nd	-	100	-

* no detectado

TABLA III Valores calculados para Σ DDT y la distribución de sus metabolitos en porcentaje observada en el ostión *C. gigas*.

FECHA	TEMPERATURA C	SALINIDAD g/kg	OXIGENO DISUELTO mg/l	POTENCIAL HIDROGENO
16/IV/82	18.80	35.80	8.71	8.45
4/V/82	21.00	-	8.88	8.10
4/VI/82	21.70	35.63	6.61	8.40
6 /VII/82	21.80	35.05	7.07	8.40
6/VIII/82	23.20	35.25	7.42	8.40
3/IX/82	20.80	35.00	7.28	8.00

TABLA IV. Parámetros hidrológicos medidos durante el período de colecta del ostión

C. gigas cultivado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C.

Bahía Falsa, San Quintín, B.C., los cuales aunque no representativos (n=1) muestran valores dentro del rango permitido por la legislación Mexicana (S.A.R.H., 1979) relativa a zonas de cultivo de mariscos para consumo directo.

En la tabla V, se muestra la relación entre el cambio en porcentaje de las características biométricas y el contenido de DDT en tejido seco de *C. gigas* durante el período de cultivo.

En la Tabla VI se muestra la variación temporal en concentración del ppDDE en el ostión *C. gigas*.

FECHA	* N	TALLA LARGO $\bar{X} \pm$ cm D.S.	RANGO max - min.	PESO EN TEJIDO HUMEDO - SECO g	% HUMEDAD	CAMBIO % DEL 16/IV A 3/IX/82		DDT ng
						TALLA	TEJIDO SECO	
16/IV/82	20	4.25 \pm 0.44	3.3 - 5.6	24.2 - 4.8	80	-	-	74.4
4/V/82	20	4.38 \pm 0.37	3.7 - 5.2	25.0 - 5.6	77	3.0	37.5	70.0
4/VI/82	20	6.36 \pm 1.10	4.3 - 8.5	72.1 - 14.2	80	49.6	182.5	235.7
6/VII/82	20	9.11 -	-	127.0 - 22.8	82	114.4	470.0	490.2
6/VIII/82	20	10.33 \pm 1.37	8.2 - 11.5	295.0 - 46.7	84	143.1	1067.5	2227.0
3/IX/82	20	14.53 \pm 1.89	10.0 - 17.5	261.5 - 38.7	85	241.9	865.0	1776.3

* Número de organismos considerados

TABLA V Relación entre el cambio en porcentaje de las características biométricas y el contenido de DDT en tejido seco de *C. gigas* durante el período de cultivos.

FECHA	*1977					**1982					REFERENCIA
	a Talla cm \bar{X}	pp'DDE	pp'DDD	pp'DDT	media \pm D.S. pp'DDE	b Talla cm \bar{X}	pp'DDE	pp'DDD	pp'DDT	media \pm D.S. pp'DDE	
May	6.22	2.6	^c nd	nd		4.38	2.7 (2.6-2.8)	0.1	nd		* Cajal y Gutierrez, 1981) ** Valores medidos en este estudio
Jun	6.41	2.3	nd	nd	2.3 \pm 0.6	6.35	3.1 (2.9-3.4)	0.1	0.1	4.1 \pm 1.3	
Jul	7.92	1.4	nd	nd		9.11	3.8 (3.5-4.1)	nd	nd		
Sept	10.66	2.8	nd	nd		14.53	6.8 (6.2-7.4)	nd	nd		

a
5 organismos considerados

c
no detectado

b
20 organismos considerados

TABLA VI Variación temporal en concentración de pp'DDE en el ostión *C. gigas* cultivado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. Valores en ng g⁻¹ expresados en peso húmedo.

DISCUSION

Con respecto a la distribución de los metabolitos de la Σ de DDT en el tejido del organismo fué el ppDDE el que encontramos en mayor concentración. Gutiérrez et al., (1983), en un estudio de evaluación de contaminación por Σ DDT en San Quintín, señalan al DDE como el metabolito detectado con los niveles mas altos en el mejillón Mytilus californianus, lo que podría indicar un proceso de degradación del DDT y de persistencia del DDE en las aguas costeras de esta región. La degradación y el metabolismo del DDT parece ser influenciada por la luz solar, la temperatura y la humedad (U.N.E.P., 1982). Según Juengst y Alexander (1975), los mayores productos formados a partir del DDT en los ecosistemas naturales parecen ser el DDE y el DDD. Otros estudios, muestran que el DDT puede ligarse a las algas del fitoplancton (Cox, 1970) y a células de bacterias (Kearney et al., 1969). Pfaender y Alexander (1972), observaron la conversión del DDT a DDD por comunidades microbianas de drenaje. De igual manera, Patil et al., (1972) encontraron que las bacterias marinas producen DDD del DDT. Langlois et al., (1970), mencionan que la conversión del DDT a DDE resulta en un compuesto de una resistencia mayor a la descomposición. Los resultados de este estudio, muestran la existencia de estas transformaciones del DDT, lo que sugiere que los microorganismos del ecosistema y las algas pue

den convertir una cantidad sustancial del DDT a DDD y DDE, los cuales posteriormente pueden ser acumulados por los ostiones. Sin embargo, se requiere de investigaciones que puedan proporcionar información sobre el metabolismo interno del DDT en este organismo.

La media de las concentraciones encontradas de DDT (DDE) en este estudio (Tabla II) son cinco veces menores a la medidas por Ladd et al., (1984) en mejillones *Mytilus* sp. residentes en la franja costera de Oceanside y Point Loma del sur de California E.U.A.. Esta diferencia en la concentración de DDE puede ser debido a tasas de asimilación y de eliminación distintas en estos organismos o bien a una diferencia en la disponibilidad biológica del compuesto.

La extensión de la contaminación por DDT en la totalidad de la Bahía de San Quintín a nuestro conocimiento, es desconocida; nuestros resultados representan únicamente el área dedicada a los cultivos de ostión en Bahía Falsa. Las concentraciones registradas de Σ DDT en *C. gigas* presentaron un orden de magnitud inferior al límite de tolerancia permitido para el consumo humano (5 mg kg^{-1}) de acuerdo con lo establecido por la F.D.A. U.S.A. (1969). Dato indicativo de que posiblemente los organismos estudiados están escasamente contaminados por este insecticida.

Relación de Edad del Ostión y Concentración de DDT

Poca información es conocida sobre las cinéticas de acumulación y de eliminación de hidrocarburos clorados así como del mecanismo mediante el cual *C. gigas* controla internamente las concentraciones de estos compuestos. Marchand y Cabane (1980), señalan que la bioacumulación de hidrocarburos en el mejillón y en los ostiones depende de ciertos factores interrelacionados entre el medio receptor (condición del medio ambiente), el tóxico (comportamiento físico-químico y geoquímico del tóxico en el medio ambiente) y la especie considerada (ciclo fisiológico y/o stress a la agresión). Marchand et al., (1976), observaron en mejillones que la fluctuación del contenido de lípidos debido a cambios ambientales y/o condición fisiológica son acompañados de variaciones análogas en el contenido de hidrocarburos clorados. Lo cual no es sorprendente en vista de las propiedades liposolubles de estos compuestos. En la Tabla V, se observa que al ir progresando la edad del ostión (abril a septiembre) la talla, el peso seco y los residuos de DDT (principalmente DDE) tienden a incrementarse. Un análisis de correlación muestra un $r=0.88$ entre la talla y el peso seco y un $r=0.97$ entre el peso seco y el contenido de DDT en el organismo. Ambos coeficientes son significativos a un $\alpha=0.05$. Este fenómeno sugiere la existencia de una relación entre la tasa de crecimiento del ostión y la tasa de acumulación de residuos de DDT. Las variaciones en el contenido de DDT observada en

ostión durante el período de cultivo están relacionados con la fluctuación del peso seco (Tabla II). Al inicio de septiembre, se observa un decremento en el contenido de Σ DDT en el organismo lo cual puede atribuirse al período de desove (esta época de desove de *C. gigas* ha sido observada por (Gendrop, 1984, comunicación personal)*. Lowe et al., (1971) señala una declinación similar en los niveles de DDT, toxafeno y paratió en el ostión *C. virginica*, sugieren que la pérdida del pesticida es debida al desove. Butler (1966), señala que las gónadas del ostión almacenan hasta dos veces mas DDT que el tracto digestivo u otros órganos asociados. Demostró en sus investigaciones la localización de DDT y sus metabolitos DDE y DDD en las gametas de ostiones sexualmente maduros.

De acuerdo a Lara y Alvarez (1975), la Bahía de San Quintín - presenta un ciclo anual de productividad orgánica primaria marcado, con valores mínimos en otoño, con comienzo de su incremento en invierno continuando en primavera y alcanzando su máximo a mediados de verano. Este comportamiento podría explicar la baja tasa de crecimiento del ostión registrado en abril y mayo, así como el notable incremento de la misma en el período comprendido de junio a septiembre. Los valores similares de talla y peso seco registrados en el ostión durante abril y mayo, probablemente son debidos al poco intervalo del tiempo de muestreo (18 días) .

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Km. 103 Carret. Tij-Ens

Tendencia Temporal de Niveles de DDT

La escasa información sobre la contaminación por DDT en Bahía Falsa así como la utilización de metodologías distintas a la utilizada en este estudio, hace cuestionable el otorgar una conclusión sobre la tendencia temporal de los niveles de este compuesto en esta área. No obstante, comparando los resultados obtenidos en este estudio con los señalados por Cajal y Gutiérrez (1981) en *C. gigas* de la misma zona, no se observa en los últimos años diferencias temporales estadísticamente significativas (valor de $t=0.05$) en los niveles de ppDDE en este organismo (Tabla VI). Esta estabilidad temporal del ppDDE probablemente refleja que el uso de DDT en los campos agrícolas y su aporte por diferentes rutas hacia las aguas de la Bahía no se ha visto incrementado.

CONCLUSION

- 1) Los niveles de DDT (ppDDE) encontrados en este estudio están dentro del límite de tolerancia permitido para el consumo humano, cabe señalar que nuestros resultados representan únicamente el área dedicada a los cultivos del ostión en Bahía Falsa.
- 2) Las concentraciones de DDT en este estudio, indican que aumentan con la edad y el peso seco del ostión.

TRABAJO B

DDT Y SUS METABOLITOS EN ALMEJA PISMO
Tivela stultorum (Mawe, 1923) DE SAN QUINTIN,
BAJA CALIFORNIA

Antecedentes

Una de las principales especies comerciales extraídas del litoral de Baja California es la almeja pismo Tivela stultorum (explotada por la Cooperativa Vicente Guerrero de San Quintín, Baja California) cuya explotación en la zona de San Quintín y Playa San Ramón alcanzó en 1980 la cifra de 1' 504,751 kg (San Quintín 99.3%, San Ramón 92.1%) (Searcy-Bernal, 1981)

La almeja pismo fué objeto de una investigación multidisciplinaria por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C. durante el período 1978-1981, dicha investigación incluyó registros de estadísticas pesqueras y estudios poblacionales diversos.

En Baja California existen antecedentes sobre mediciones de residuos de pesticidas organoclorados en moluscos bivalvos especialmente en ostión y mejillón (Gutiérrez-Galindo, 1980; Gutiérrez-Galindo E.A. y R. Cajal-Medrano, 1981; Gutiérrez-Galindo et al., 1983). Algunos autores (Butler, 1971; Guardado-Puentes y Nuñez-Esquer, 1975; Courtney and Denton, 1976; Langston, 1978a y b) describen a las almejas Mya arenaria y Macoma baltica como buenos indicadores de contaminación por pesticidas organoclorados, sin embargo, a nuestro

conocimiento no se tiene información acerca de la contaminación por insecticidas sintéticos en la almeja pismo de esta región. En este trabajo se midieron los niveles de DDT y sus metabolitos (opDDE, ppDDE, opDDD, ppDDD, opDDT y ppDDT) en este importante invertebrado comercial con el objetivo de:

- Estimar el riesgo a la salud de los consumidores de estos organismos marinos.
- El observar efectos o impactos de este insecticida en la biota natural de las áreas costeras.
- El otorgar servicios de apoyo a las sociedades Cooperativas de la región de San Quintín.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

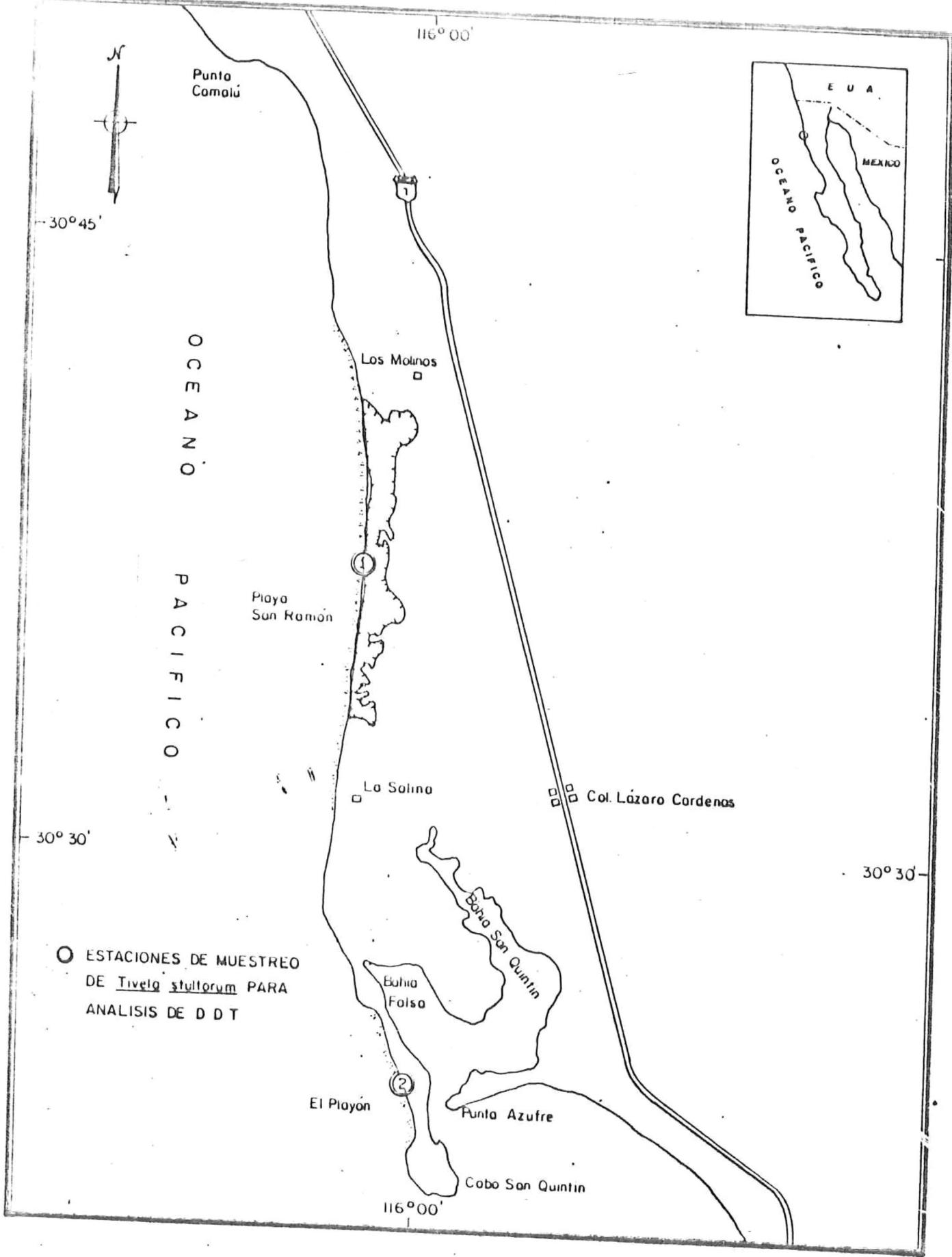
La principal región productora de almeja pismo *T. stultorum* es San Quintín (Fig. 2) en la cual existen varias playas donde se encuentran algunas poblaciones de este recurso. En este trabajo se implantaron dos estaciones de muestreo en zonas importantes de explotación, la Playa San Ramón (Estación 1, Figura 2) y el Playón (Estación 2, Figura 2). La primera es una playa arenosa de 16 km de longitud aproximadamente y está concesionada a la Sociedad Cooperativa Pesquera "Colonia Vicente Guerrero" S.R.L., que cuenta con 50 socios los cuales dependen exclusivamente de este recurso (Searcy-Bernal, 1982). La zona denominada El Playón tiene una longitud de 8 Km aproximadamente.

Procedimiento de Muestreo y Análisis Químico

Se colectaron bimensualmente almejas pismo con una medida entre 9.5 a 13.5 cm en el período comprendido de Febrero 24, Abril 21, Junio 29 y Agosto 25 de 1983 en la región de San Quintín, sobre las Playas de San Ramón y El Playón (Fig. 2).

Los organismos muestreados fueron inmediatamente transportados al laboratorio obteniéndose tres réplicas (M_1 , M_2 , M_3) de 15 almejas para cada estación examinada. Los organismos fueron enjua-

gados con agua destilada y las partes blandas de cada réplica fueron colocadas en una charola de aluminio y congelada a -20°C hasta su posterior análisis. De los 15 organismos de cada réplica se hizo un homogenizado del cual se tomaron de 2 a 4 alícuotas de 10 gr para llevar a cabo el procedimiento de análisis químico. La determinación de los contaminantes se hizo de acuerdo al método descrito por Young et al., -- (1976) citado anteriormente.



RESULTADOS

En la Tabla I se presentan los resultados de la concentración de los metabolitos del DDT (opDDE, ppDDE, opDDD, ppDDD, opDDT y ppDDT) y DDT total en almeja pismo Tivela stultorum, colectada en la región de San Quintín, B.C., a los cuales se aplicó las pruebas no paramétricas de Mann-Whitney para los datos de El Playón y de Kruskal-Wallis, para los datos de San Ramón, para determinar si existía diferencia significativa entre la concentración de los metabolitos de DDT detectados (opDDE, ppDDE, opDDT, ppDDT), encontrándose que el mayor contaminante es el metabolito ppDDE. De los cuatro metabolitos detectados el opDDE y el ppDDE fueron los que se encontraron con una mayor frecuencia para las dos playas examinadas.

A los datos de DDT total (Σ DDT) se les aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel, 1956) a una probabilidad de 95% para detectar diferencias significativas de las concentraciones detectadas en los distintos meses de muestreo. Esto mostró que los valores medidos en los meses de abril (1.05 ppb) y agosto (1.02 ppb) en San Ramón fueron significativamente mayores. Entre las concentraciones de febrero y junio (0.64 y 0.78 ppb respectivamente) no se presentaron diferencias significativas. En el Playón, el valor detectado en el mes de agosto (0.20 ppb) fué significativamente menor, y el de febrero (0.83 ppb) fué significativamente mayor. Entre abril y ju-

		Replica	opDDE	ppDDE	opDDD	opDDT	ppDDD	ppDDT	DDT	x DDT	S	Rango DDT	C.V.	N	
S A N R A M O N	FEB	M1	0.08	0.45	ND	ND	ND	0.14	0.68*	0.64	0.06	0.52-0.74	10	2	
		M2	0.06	0.44				0.10	0.60**						
	ABR	M1	0.07	0.71	ND	ND	ND	0.18	0.96*	1.05	0.08	0.87-1.26	7	3	
		M2	0.16	0.85				0.09	1.10*						
		M3	0.12	0.73				0.24	1.09*						
	JUN	M1	0.05	0.67	ND	ND	ND	0.15	0.87*	0.78	0.13	0.63-1.06	17	2	
		M2	0.08	0.45				0.14	0.67*						
	A G O	M1	0.04	0.46	ND	ND	ND	0.32	0.82*	1.02	0.28	0.73-1.23	27	2	
		M2	0.07	0.67				0.49	1.23*						
	E L P L A Y O N	FEB	M1	0.05	0.53	ND	0.10	ND	0.14	0.82***	0.83	0.01	0.62-1.39	2	2
			M2	0.08	0.62		0.09		0.05	0.83**					
		A B R	M1	0.11	0.50	ND	ND	ND	ND	0.61*	0.56	0.07	0.37-0.84	13	2
M2			0.07	0.45					0.51*						
J U N		M1	0.06	0.46	ND	ND	ND	ND	0.52**	0.45	0.13	0.24-0.86	28	3	
		M2	0.06	0.47					0.53*						
		M3	0.05	0.25					0.30**						
A G O		M1	0.02	0.14	ND	ND	ND	ND	0.16*	0.20	0.06	0.10-0.06	30	3	
		M2	0.02	0.14					0.16*						
		M3	0.05	0.22					0.27*						

S Desviación estandar

N Numero de datos

ND No detectado

CV Coeficiente de variación en %

* \bar{x}_2 alícuotas

** \bar{x}_3 alícuotas

*** \bar{x}_4 alícuotas

TABLA I. Concentración de los metabolitos de DDT y DDT total en almeja Pismo *Tivela stultorum*, colectados en la región de San Quintín, B.C.

Valores en ppb(10^{-6} gg $^{-1}$) Expresado en peso húmedo

nio (0.56 ppb y 0.45 ppb, respectivamente) no se presentaron diferencias significativas.

Se realizó una prueba U de Mann-Whitney (Siegel, 1956) para conocer diferencias entre las dos zonas estudiadas. Esto mostró que los valores detectados en San Ramón fueron significativamente mayores a una probabilidad de 0.05 .

En los cromatogramas además de los contaminantes que fueron positivamente identificados (opDDE, ppDDE, opDDT, ppDDT) en algunas ocasiones se observó la presencia de compuestos bifenilos clorados (Aroclor 1254).

Comparando nuestros resultados con los reportados por Suárez V. y Acosta R. (1973), y Gutiérrez-Galindo et al., (1983a) en el molusco bivalvo Mytilus californianus (Tabla 2) observamos que los valores en la almeja pismo fueron menores a los medidos en el mejillón.

LOCALIDAD	PERIODO DE MUESTREO	MIN	\bar{X}	MAX	ORGANISMO	REFERENCIA
P. BANDERA POPOTLA JATAY-BAJAMAR P.BANDA	Julio-1973		0.642 0.347 0.201 0.201		M. <u>californianus</u>	Suarez-Vidal, Y Acosta R. 1976
POPOTLA P.BANDA P.CHINA ERENDIRA	Sept-1977 Enero-1978	2.13 1.97 1.86 2.35	3.4** 2.2 4.00 5.60	5.63 2.69 8.64 7.62	M. <u>californianus</u>	Gutierrez Galindo 1980
P. BANDERA POPOTLA BAJA MAR P. BANDA P. CHINA ERENDIRA S. QUINTIN	Febrero a Sept. de 1982	18.7 4.7 6.0 2.4 2.0 2.9 3.29	36.7 12.3 10.6 4.1 3.5 5.3 9.6	74.9 40.0 28.0 7.3 8.4 12.0 33.5	M. <u>californianus</u>	Gutierrez- Galindo, Sanudo W., y Flores B. 1983
S. RAMON EL PLAYON	Febrero a Agosto de 1983	0.64 0.20	0.87 0.51	1.05 0.83	T. <u>stultorum</u>	Valores en este estudio

* ppm expresado en peso seco

** ppb expresado en peso húmedo (peso húmedo a peso seco por 5.7, Stephenson et al., 1979)

TABLA II. Comparación de los niveles de DDT Total en el mejillón M. californianus y la almeja pismo Tivela stultorum de la costa Noroccidental de Baja California.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-BORREGO, J. y S. ALVAREZ-BORREGO, 1982. Temporal and Spatial variability of temperature in two coastal lagoons. *Calcofi Rep.* Vol XXIII: 188-197.
- AMICO V., IMPELLIZZERI G., PIATELLI M., SCINTO SEBASTIANO y TRIANGALI C., 1979. Levels of Chlorinated Hydrocarbons in Marine Animals from the Central Mediterranean. *Mar Pollut. Bull.*, 10, 282-284.
- AYLING, G. M., 1974. Uptake of cadmium, zinc, copper, lead and chromium in the Pacific oyster Crassostrea gigas grown in the Tamar River, Tasmania. *Water Research* (8): 729-739.
- BARNARD, L. 1964. Marine amphipoda of Bahía de San Quintín, Baja California. *Pacific Naturalist*, (4): 55-139.
- BEDFORD, J.W., ROELOFS, E.W. and ZOBİK, M.J., 1968. The fresh water mussel as a biological monitor of pesticide concentrations in a lotic environments. *Limnology and Oceanography*, (13): 118-126.
- BURNETT, R. 1971. DDT Residues: Distribution of concentration in Emerita analoga along coastal California. *Science* (174): 606-608.
- BUTLER, F.A., 1966. "Pesticides in the marine environment." *J. Appl. Ecol.*, (3): 253-259.
- BUTLER, P.A., 1971. Influence of pesticides on marine ecosystems. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, (9): 177-321.
- CAJAL, M.R., 1979. Concentraciones de DDT y sus metabolitos en los cultivos del ostión Crassostrea gigas y Ostrea edulis en el estero de Punta Banda y Bahía de San Quintín, B.C. - Tesis Profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas Apdo. Postal 453. Ensenada, B.C.
- CAJAL-MEDRANO, R. et E.A. GUTIERREZ-GALINDO, 1981. Concentration et distribution du DDT dans les huitres Crassostrea gigas et Ostrea edulis sur la cote de Basse-Californie. *Rev. Int. Oceanogr. Med.* Tome LXII: 39-45

- CASTELLVI, P.V. (1972). Depuración de moluscos: Su fisiología. -- Instituto de Investigaciones Pesqueras, 36(2): 311-326. España.
- CHAVEZ DE NISHIKAWA, A.G. y S. ALVAREZ-BORREGO, 1974. -- Hidrología de la Bahía de San Quintín, Baja California, en invierno y primavera. Ciencias Marinas 1(2): --- 39-45.
- COURTNEY, W. A.M. y G.R.W. DENTON. 1976. Persistence of ---- Polychlorinated biphenyls in hard-clam (Mercenaria --- mercenaria) and effects in the estuarine environment. Environ. Pollut. (10): 55-64.
- COX, J.L., 1970. DDT residues in marine phytoplankton increase --- from 1955 to 1960. Science, N.Y. (170): 71-73.
- DAVIS, H.C., 1961. Effects of some pesticides on eggs and larvae of - oysters (Crassostrea virginica) and clams (Venus ----- mercenaria) Commer. Fish. Rev. 23(12): 8-23.
- DE LAPPE, B.W., RISEBROUGH, R.W. and YOUNG D.R., 1979. --- Change in the levels of DDE and PCB contamination of California coastal Waters, (1971-1977); use of the ----- mussel Mytilus californianus as an indicator species. - Proceedings of the International Symposium of ----- Multimedia Global Monitoring of Environmental ----- Pollution, Riga 11-16 Dec. 1978.
- FEDERAL DRUGS ADMINISTRATION, U.S.A. Department of health, - education and welfare, 1969. Pesticide Analytical ----- Manual. Vol 1, Sec. 211,13f.
- GOLDBERG, E.D., 1975. The mussel Water: A first step in global -- marine monitoring. Mar pollut Bull. pp 6-111.
- GOLDBERG, E.D., BOWEN, V.T., FARRINGTON, J.W. HARVEY, G., MARTIN SCHMEIDER, E.W. and GAMBLE E., 1978. - The mussel watch environ. Conserv. (5): 101-125.
- GUARDADO-PUENTES, J. y O. NUÑEZ-ESQUER, 1975. Concentración de DDT y sus metabolitos en especies filtroalimentadoras y sedimentos en el valle de Mexicali y el Alto Golfo de California. Tesis Profesional UABC. Apdo. Postal 453 Ensenada, B.C. México.

- GUTIERREZ, G.E.A., 1978. Utilización del mejillón Mytilus californianus como indicador biológico de las variaciones en la concentración de DDT y sus metabolitos así como PCB's (1254) en la costa Noroccidental de B.C.
- GUTIERREZ-GALINDO, E.A. 1980. Distribution et variation des taux du DDT dans les huitres Crassostrea gigas et Ostrea edulis sur la Cote NordOccidentale de Basse Californie Rev. Inte. Oceanogr. Med. Tome LVIII --- pp 59-67.
- GUTIERREZ-GALINDO E.A. y R. CAJAL-MEDRANO, 1981. Concentration et distribution du DDT dans les huitres --- Crassostrea gigas et Ostrea edulis sur la Cote de --- Basse Californie Rev. Int. Oceanogr. Med. --- Tome LXII pp 39-45
- GUTIERREZ-GALINDO, E.A. y S.-SAÑUDO WILHELMY y B.P. FLORES-BAEZ, 1983. Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorinados en el mejillón Mytilus californianus (Conrad) de Baja California. Parte I. Ciencias Marinas 9 (1): 7-18.
- HAYES, W.S. Jr. 1965. Review of the metabolism of chlorinated --- hydrocarbon insecticides especially in mammals. --- Ann. Rev. pharmacol. (5) : 27-52.
- ISLAS-OLIVARES, R., 1975. El ostión japonés (Crassostrea gigas) en Baja California. Ciencias Marinas 2 (1): 58-59.
- ISLAS-OLIVARES, R.M., MIRANDA-AGUILAR y V. GENDROP-FUNES, 1978. Crecimiento y sobrevivencia del ostión -- europeo (Ostrea edulis) en aguas de Baja California. - Ciencias Marinas. 5 (1) : 137-148.
- ISLAS-OLIVARES, R.V., GENDROP-FUNES y M. MIRANDA-AGUILAR, 1978a. Infraestructura básica para la obtención de larvas (semilla) del ostión japonés (Crassostrea gigas) y el ostión europeo (Ostrea edulis) en Baja California. Ciencias Marinas. 5 (2): 73-86.
- ISLAS-OLIVARES, R. y S. FERRER, 1980. Rentabilidad del cultivo - en suspensión de ostión japonés en las costas de Baja-California. Revista Desarrollo Pesquero No. 4: --- 19-22.

- JENSEN, S., 1966. Report of a New Chemical hazard, *New Scientist* - (32): 612.
- JUENGST, F.W. Jr. and ALEXANDER, 1975. Effects of environmental conditions on the degradation of DDT in model marine ecosystems. *Marine Biology* (33): 1-6.
- KEARNEY, P.C., E.A. WOOLSON, J.R. PLIMMER and A.R. ISENSEE, 1969. Decontamination of pesticides in soil. *Residue Rev.* (29): 137-149.
- KOEMAN, J.H., VEEN, J., BROWER, E., HUISMAN DE BROWER, L. and KOOLEN, J.L., 1968. Residues of chlorinated hydrocarbon insecticides in the North Sea environment. *Helgolander Wiss. Meeresunters.* (17): 375-380.
- LADD, J.M. 1984. Trace metals and synthetic organic compounds in mussels from California's coast, bays and estuaries. California state Mussel Watch 1981-83. *Water Quality Monit. Rep. No. 83-6ts* pp.81.
- LANGLOIS, B.E., J.A. COLLINS and K.G., 1970. Some factors affecting degradation of organochlorine pesticides by bacteria. *J. Dairy Sci.* (53): 1671-1675.
- LANGSTON, W.J., 1978a. Accumulation of polychlorinated biphenyls in the cockle Cardium edule and the tellin Macoma baltica. *Mar. Biol.* 45: 265-72.
- LANGSTON, W.J., 1978b. Persistence of polychlorinated biphenyls in marine bivalve. *Mar. Biol.* (46): 35-40.
- LARA-LARA, J.R. y S. ALVAREZ-BORREGO, 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, Baja California. *Ciencias Marinas.* 2 (1): 71-77.
- LOWE, J.I., P.D. WILSON, A.J. RICK and A.J. Jr. WILSON, 1971. Chronic exposure of oysters to DDT, toxaphene and parathion. *Procc. of National Shellfisheries Ass.* (61): 71-79.

- MACIAS-ZAMORA V., GASTELUM ENRIQUE, LEIVA G., 1979. ---
Bivalvos de Baja California (estudios básicos de dos especies en vías de extinción Tivela stultorum (almeja - pismo) y Mytilus californianus (mejillón) (Sección almeja pismo). Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada, B.C. pp. 145-162.
- MARCHAND, M., D.VAS and E.K. DUURSMA, 1976. Levels of PBC and DDT's in mussels from the N.W. Mediterranean. Mar. Polut. Bull., (7): 65-69.
- MARCHAND, M. et CABANE, 1980. Hydrocarbures dans les moules et les huitres. Rev. Int. Oceanogr. Med. Tome LIX -- pp 3-30.
- McKAY, N.J., R.J. WILLIAMS, J.L. KACPRZAC, M.N., KAZACOS, A.J. COLLINS and E.N. AUTY. 1975. Heavy metals in cultivated oysters (Crassostrea virginica Saccostrea cucullata) from the estuaries of New South Wales. Aust J. Mar. Freshwat. Res: (26): 31-46.
- NISHIKAWA, K., FLORES Y ANGULO. 1971. Estudio Químico sobre la contaminación por insecticidas en las desembocaduras del Rio Colorado. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C.
- PATIL, K.C., F. MATSUMURA and G.M. BOUSH, 1972. Metabolic -- transformation of DDT, dieldrin, aldrin and endrin by -- marine microorganisms Envir. Sci. Technol. (6): -- 629-632.
- PFAENDER, F. K. and M. ALEXANDER, 1972. Extensive microbial degradation of DDT metabolism by natural communities J. Agric. Fd. Chem. (20): 842-846.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE, 1974.
- RAMADÉ, F., ANCEMIN J. I., Ph LE LOURD, MICHEL P, GANTHIER M., SONDAN F., BELLAN D-SANTIN, PERES J.M. y FONTAINE M., 1980. La polución de las aguas marinas Ediciones Omega, S.A. España.

- RISEBROUGH, R.W., B.W. DE LAPPE, E.T. LETTERMAN, J.L. -
LANE M., FIRESTONE-GILLIS A.M. SPRINGS AND
W. WALKES II, 1980. California mussel Watch ---
1977-1978 Volume III. Organic Pollution in Mussels -
Mytilus californianus and Mytilus edulis along the ---
California Coast. SWRCB. Water Quality Monitoring
Report No. 79-22, Sacramento. 108 pp. plus 7 ---
appendices.
- ROBERTS, D. 1975. Sub-Lethal effects of chlorinated Hydrocarbons
on Bivalves. Marine Pollution Bulletin, Vol. 6, ---
No. 2 Feb.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS -----
(S.A.R.H.), 1979. Legislación relativa al agua y su -
contaminación. Dirección General de Protección y Or-
denación Ecológica. pp.45 .
- S.C.E.P., 1970. Man's impact on the global environment. Report -
of the study of critical environmental problems. The
Massachusetts Institute of Technology. 126-136.
- SEARCY-BERNAL R. 1981. Evaluación preliminar sobre la pesque---
ría de la almeja pismo de San Ramón, B.C. en el pe---
ríodo de julio 1978-marzo 1980. pp. 32-66. En infor---
me final bivalvos de Baja California. Sección almeja
pismo Inst. Invest. Oceanog. UABC.
- SEARCY-BERNAL R. 1982. Evaluación preliminar sobre la almeja -
pismo Tivela stultorum (Mawe, 1823), en Playa San -
Ramón, B.C., I. Capturas Comerciales. Tesis Pro-
fesional U.A.B.C. Apdo. Postal 453, Ensenada, BC.
- SIEGUEL, S. 1956. Nonparametric statistic for the Behavioral -----
Sciences. McGraw Hill, New York.
- SOKAL, R. and F.J. ROHLF, 1969. Biometry Ed. W.H. Freeman -
and Co. San Francisco. pp. 186-193.
- STEPHENSON, M.D., M. MARTIN, S.E. LANGE., A.R. FLEGAL -
and J.H. MARTIN, 1979. Trace metal concentration
in the California mussel Mytilus californianus. Cali-
fornia mussel watch 1977-78. Vol. II Water -----
Quality Monit. Rep. 79-22 pp 110.

- STICKEL L.F. y COLABORADORES, 1966. Residues of DDT in --- brains and bodies of birds that died on dosage and ----- survivors. Science 151, 1549-1551.
- STRICKLAND J.B.H. & PARSONS T.R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. Fish Resear. Bd. Can (167) : 21-26.
- SUAREZ V.C.E. 1972. Niveles de Organoclorados en diversas especies de peces en la Bahía de Todos Santos. Tesis Profesional UABC. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C.
- SUAREZ V.C. y ACOSTA R., 1973. Distribución de las concentracio-- nes de DDT en mejillón Mytilus californianus, en la par te noroccidental de B.C. Ciencias Marinas Vo. 3, 2.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1982. GESAMP: the health of the oceans. Regional Seas Report and studies No. 16 pp 42-44.
- VELARDE R.A. 1973. Niveles de hidrocarburos clorados en Curvina - Cynoscion nobilis y las especies que componen su dieta alimenticia en la costa noroccidental de B.C. Tesis -- profesional UABC. Apdo. Postal 453, Ensenada, BC.
- WHEELER, W.B. and N.P. THOMPSON, 1981. Analysis of chlorinated hydrocarbons. In: Analysis of pesticides residues. - Ed. by Snsn. Moye H. pp. 199-222.
- YOUNG R.D. and McDERMOTT E. 1976. Sediments as Sources of DDT and PCB. Annual Report 1976 (SCCWRP) 1500 East - Imperial Highway, El Segundo, California, USA 90245
- YOUNG, R.D., and SZPILA, I. 1974. Decreases of DDT and PCB in - mussels. (SCCWRP). Annual Report 1974. 1500 East Imperial Highway, El Segundo, California, USA 90245.
- YOUNG, D.R., T.C. HEESEN and D.J. McDERMOTT, 1976. An ---- offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons. Mar. Pollut. Bull. 7 (8): 156-159.

YOUNG, D.R., T.C. HEESEN, 1976. Inputs of DDT and PCB's -----
(SCCWRP) 1500 East Imperial Highway, El Segundo,
California. U.S.A 90245.

ZARAOGIAN, G.E., 1980. Crassostrea virginica as an indicator of —
cadmium pollution. *Marine Biology* (68): 275-284.